

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 52-054897

(43)Date of publication of application : 04.05.1977

(51)Int.Cl.

H05H 7/08  
H01J 39/34

(21)Application number : 50-129218

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 29.10.1975

(72)Inventor : SAKUMICHI KUNYUKI  
TOKIKUCHI KATSUMI  
SHIKAMATA ICHIRO  
KOIKE HIDEKI

## (54) PLASMA ION SOURCE FOR SOLID MATERIALS

## (57)Abstract:

PURPOSE: In a device of drawing out ions from a spark chamber into which micro waves are introduced by means of inputting direct current magnetic field, the device is always smoothly operated by controlling independently the temperatures of spark chamber, path, and evaporation furnace by means of setting up an evaporation furnace in the spark chamber through the path.

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office





特 許 願 19

昭和 50 年 10 月 29 日

特許庁長官殿

発明の名称 **マイクログラフ用 固体物質用プラズマイオン源**

発明者

住所 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地  
株式会社 日立製作所中央研究所内

氏名 作 道 嗣 之

(代表 3 名)

特許出願人

住所 東京都千代田区丸の内一丁目5番1号

名称 (510) 株式会社 日立製作所

代表者 吉 山 博 吉

代理人

住所 東京都千代田区丸の内一丁目5番1号

株式会社 日立製作所内

電話東京 270-2111 (代表)

氏名 (7237) 弁護士 薄 田 利 幸

# 明 細 書

発明の名称 固体物質用プラズマイオン源

## 特許請求の範囲

マイクロ波放電を使つたイオン源およびプラズマ源において、放電箱に管又は孔を介して蒸発炉を付設することにより上記蒸発炉から出た蒸気を上記管又は孔を通して上記放電箱に導入せしめるようにし、また上記蒸発炉の温度を、上記管又は孔および放電箱の温度と同じか又は低く保持して作動せしめることを特徴とした固体物質用プラズマイオン源。

## 発明の詳細な説明

本発明は金属、半導体及び絶縁物等、常温で固体状の物質をマイクロ波放電によりイオン化するイオン源およびプラズマ源に関する。

第1図は従来のマイクロ波放電形固体物質用イオン源を示す図である。マイクロ波は例えば同軸線路1を通して放電箱2の中に導入される。(その他、矩形導波管、円形導波管、リッジ導波管を通してマイクロ波を導入してもよい。)3はマイ

①9 日本国特許庁

## 公開特許公報

①特開昭 52-54897

④3公開日 昭52.(1977)5.4

②特願昭 50-129218

②2出願日 昭50.(1975)10.29

審査請求 有 (全7頁)

庁内整理番号

6914 51

2104 23

⑤2日本分類

136 F31

113 A342

⑤1 Int.Cl?

H05H 7/08

H01J 39/34

識別  
記号

クロ波を通し且つ真空を保つための絶縁物である。同軸線路1を用いる場合、マイクロ波はアンテナ4によりイオン化箱中に放射される。5はイオン化箱中に磁場を生ぜしめるためのコイルである。6は固体物質を蒸発させるための蒸発炉で、ここで発生した蒸気は上記マイクロ波による磁場中の放電によりイオン化され、イオン化箱2の中にはこの元素のイオンと電子により構成されたプラズマが充填する。7はこのプラズマからイオンのみを引出すための引出しレンズであり、8はイオンビームである。しかるにこのような従来のイオン源においては蒸発炉6から出た蒸気のうちかなりの割合のものは放電箱2の壁、アンテナ4および絶縁物3に付着してしまう。特に金属元素の場合には絶縁物3には付着して出来る金属導体被膜は、マイクロ波が同軸線路1から放電箱2の中に入るのをさまたげてしまうため、まったくマイクロ波イオン源としての機能をはたしえない。

本発明は、それぞれ温度調節機構を有した蒸発炉、管又は孔および放電箱によつて構成し且つ、



蒸発炉の温度を上記管又は孔および放電箱の温度より低く保持して作動せしめることにより、上記した従来のプラズマ源およびイオン源の欠点を無くしたことを特徴としたイオン源を提供するものである。

第2図は本発明の原理を説明するものである。蒸発炉6の中には金属等、常温で固体の試料が入れてある。いまかりに、蒸発炉6、管9および放電箱2が同じ温度に保たれているとする。また蒸発炉6、放電箱2及びイオン引出しレンズ7の外におけるマイクロ波放電がおこなっていないときの試料蒸気圧をそれぞれ $P_1$ 、 $P_2$ 、 $P_3$ とすれば次式が成り立つ。

$$(P_1 - P_2) C_1 = (P_2 - P_3) C_2 = Q \quad \cdots \text{ウ}$$

$$P_1 > P_2 > P_3 \quad \cdots \text{エ}$$

ここで $C_1$ 、 $C_2$ はそれぞれ管9およびイオン引出しレンズ7のコンダクタンスで $Q$ は試料蒸気の流量である。 $P_1$ はこの温度における試料の飽和蒸気圧であり、放電箱2内の圧力 $P_2$ は飽和蒸気圧以下であるから、試料が放電箱の壁面に析出

してくることはない。つまり金属試料の場合でも

これがマイクロ波通路を塞ぐことはない。以上は蒸発炉6、管9および放電箱2が同じ温度であると仮定しておこなったが、蒸発炉6を放電箱2および管9より低い温度で作動させた場合には上と同様に放電箱2内に試料が析出することなく、同様の効果が期待できる。よつて、特に金属導体を蒸発物質に遇んでも絶縁物3に金属被膜が形成されることがないため、十分にマイクロ波プラズマ・イオン源として動作可能となる。またさらに、管9のコンダクタンス $C_1$ を引出しレンズ7部分のコンダクタンスより比較的小さく選べば $P_1 \gg P_2$ となるから式は

$$Q \approx P_1 C_1 \quad \cdots \text{オ}$$

となる。つまり試料の流量は蒸発炉内の試料飽和蒸気圧に比例する。これは蒸発炉の温度の函数であるから蒸発炉6の温度を制御することにより、流量 $Q$ を制御できる。したがつて蒸発炉6の温度を管9および放電箱2の温度より低い範囲で変化させることにより、上記の効果をもたせながら流

量 $Q$ を制御することが可能となる。なお、以上の議論は放電箱2でマイクロ放電がないという仮定にたつたが、マイクロ波放電がおこなっている場合についても同様の結果が得られる。

一般にマイクロ波イオン源の放電箱は特に加熱機構を有しない場合でも数百度になるので、例えば試料にリン(150℃で $10^{-1}$  Torrの飽和蒸気圧)を使つた場合には放電箱2は特に加熱する必要はなくむしろ蒸発炉6を放電箱2から遠ざけて温度を制御しなければならない。

第3図は本発明の実施例を示す図である。10、11、12はそれぞれ蒸発炉6、管9および放電箱2を加熱するためのヒーターである。このような構成で、ヒーターへの電流を制御すれば上述の効果がえられる。

また第4図は本発明の別の実施例を示したものである。マイクロ波チヨーク構造13及び14によつて放電箱2はマイクロ波的には短絡で熱的には絶縁状態になつている。チヨーク構造13においてA点から入つたマイクロ波はB点を通り、C

点で反射して帰つてくる。A-BおよびB-C間の距離はそれぞれ波長の $\frac{1}{4}$ になつている。A点からの入射波とC点からの反射波が干渉し合つて定在波がたつがB点では電圧振幅が最大となり壁面電流はゼロとなる。したがつてマイクロ波は点Bにおける小さな空隙Dを通りぬけることはできない。またA点からチヨーク構造を見たインピーダンスはゼロとなりマイクロ波的にはA点の空隙は無いのと同じになる。またチヨーク構造14はE点からF点までの距離は波長の $\frac{1}{4}$ である。上記チヨーク構造13および14の内部にはチン化ボロンまたはアルミナ磁器などの絶縁物15を充填してある。16は導体で空隙Dを作つている。一般に導体16は放電箱16と一体に形成される。

このようなチヨーク構造を多段にすれば熱絶縁効果がさらに上がることは明らかである。また以上はイオン源についてのみ述べたが第3図および第4図においてイオン引出しレンズ7を除去すればプラズマ源になる。

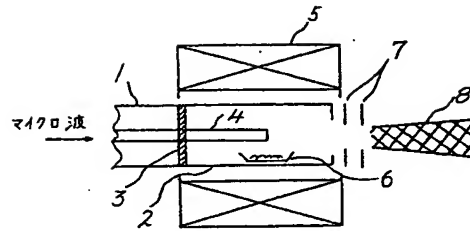
図面の簡単な説明



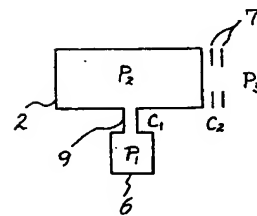
第1図は従来のマイクロ波イオン源を示す図。  
第2図は本発明の原理を説明する図。第3図および第4図は本発明の実施例を説明する図である。

代理人 弁理士 薄田利幸

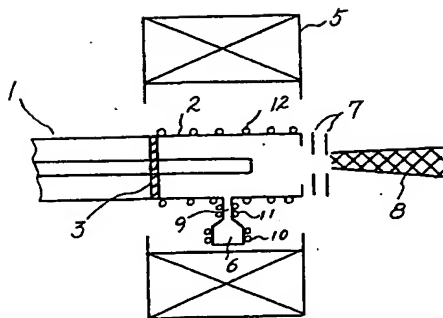
第1図



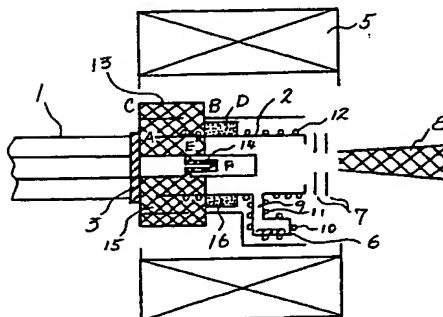
第2図



第3図



第4図



添附書類の目録

- (1) 明 細 書 1通
- (2) 図 面 1通
- (3) 要 約 書 1通
- (4) 特 許 願 調 本 1通

前記以外の発明者、特許出願人または代理人

発 明 者

東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地  
株式会社 日立製作所中央研究所内

氏 名 ト キ ヲ ク 己

住 所 同 上

氏 名 鹿 又 一 郎

住 所 同 上

氏 名 小 池 英 己



昭和51年 7月26日

特許庁長官 片山石郎 殿

1. 事件の表示 昭和50年特許願第129218号
2. 発明の名称 固体物質用プラズマイオン源
3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

名称 (510) 株式会社 日立製作所

4. 復代理人

住所 東京都千代田区丸の内二丁目4番1号  
丸ビル661区 (〒100) (電話214-0032)  
氏名 (6835) 代理人弁理士 中村純之助

5. 補正により増加する発明の数 1
6. 補正の対象 明細書全文および全図面。
7. 補正の内容 添付のとおり。



第1図は、マイクロ波放電形固体物質用イオン源の最も一般的な構成を示す図である。

矢印で示したマイクロ波は、例えば、同軸線路1を通して放電（イオン化）箱2の中へ導入される（その他、矩形導波管、円形導波管、リッジ導波管を通してマイクロ波を導入してもよい）。3はマイクロ波を放電箱2内に通し、かつ放電箱2内を真空に保つための絶縁物である。同軸線路1を用いる場合、マイクロ波はアンテナ4により放電箱2中に放射される。5は放電箱2中に磁場を発生させるためのコイルである。6は固体物質を蒸発させるために放電箱2内に設けられた蒸発炉で、ここで発生した固体物質の蒸気は上記マイクロ波による磁場中の放電によりイオン化され、放電箱2の中には、この元素のイオンと電子により構成されたプラズマが充填する。7はこのプラズマから出口孔17を通してイオンを放電箱2外へ引出すための引出しレンズであり、8は引出されたイオンビームである。しかし、このような構造のイオン源においては、蒸発炉6から出た蒸気の

1. 発明の名称 固体物質用プラズマイオン源
2. 特許請求の範囲

1. 放電箱に直流磁場を印加し、さらにマイクロ波を導入することによつてマイクロ波放電を起こし、上記放電箱からイオン又はプラズマを取り出す装置において、上記放電箱に通路を介して蒸発炉を付設し、上記蒸発炉内で蒸気化した固体物質を上記通路より上記放電箱内に導入し、上記固体物質のイオン又はプラズマを発生させることを特徴とする固体物質用プラズマイオン源。

2. 特許請求の範囲第1項記載のプラズマイオン源において、上記放電箱および通路を加熱しうる構造のものとしたことを特徴とする固体物質用プラズマイオン源。

3. 発明の詳細な説明

本発明は、金属、半導体及び絶縁物等の常温で固体状の物質をマイクロ波放電によりイオン化するイオン源およびプラズマ源に関する。

うち、かなりの割合のものは放電箱2の壁、アンテナ4および絶縁物3に付着してしまふ。とくにこの蒸気が金属元素のものである場合には、絶縁物3に付着して出来る金属導体被膜は、マイクロ波が同軸線路1から放電箱2の中に入るのをさまたげてしまふため、まったくイオン源としての機能を果たし得なくなる。

本発明は、以上のような欠点をなくしたプラズマイオン源を提供するものである。

本発明は、このために、放電箱内にマイクロ波を導入すると共に直流磁場を印加することによつてマイクロ波放電をおこし、上記放電箱からイオン又はプラズマを取り出す装置において、上記放電箱に通路を介して固体物質の蒸発炉を付設すると共に上記放電箱および通路も加熱しうるものとし、上記蒸発炉内で蒸気化した固体物質を上記通路及び放電箱を上記蒸発炉と同一温度又はより高温状態に保つた状態で上記放電箱内に導入し、上記固体物質のイオン又はプラズマを発生させるようにし、放電箱の内壁に上記固体物質の被膜が付着



することを防止したものである。

以下においては、本発明をイオン源として用いる場合について説明する。

第2図は、本発明の原理を説明するための図である。

本発明においては、蒸発炉6を放電箱2の外部に設け、両者をコンダクタンスの小さな通路9によつて接続する。蒸発炉6の中に金属等の常温では固体の試料を入れて試料を蒸発させ、放電箱2を辟て出口孔17から出る試料蒸気の流れを作つたとする。いま、蒸発炉6、放電箱2及びイオン引出しレンズ7の外側における試料蒸気圧をそれぞれ $P_1$ 、 $P_2$ 、 $P_3$ とすれば、次式が成り立つ。

$$(P_1 - P_2)C_1 = (P_2 - P_3)C_2 = Q \quad (1)$$

$$P_1 > P_2 > P_3 \quad (2)$$

ここで、 $C_1$ 、 $C_2$ はそれぞれ通路9および出口孔17とイオン引出しレンズ17とを合わせたコンダクタンスで、 $Q$ は試料蒸気の流量である。また、一般に、イオン引出しレンズ7より外側は常

$T_1$ 、 $T_2$ とすれば、放電箱の壁面に固体物質が析出しないためには、放電箱の温度 $T_2$ が圧力 $P_2$ を飽和蒸気圧とする固体物質の温度より高ければよい。つまり、(5)、(7)式をつかつて

$$T_2 > \frac{A}{B - \log P_2} = \frac{A}{B - \log P_1 + \log(1 + C_2/C_1)} \quad (8)$$

であればよい。このようにすれば、金属を蒸発物質に選んでも絶縁物の上に金属被膜が形成されることがないため、十分にマイクロ波プラズマ・イオン源として動作可能となる。

さらに、管9のコンダクタンス $C_1$ を出口孔17と引出しレンズ7を合わせたコンダクタンス $C_2$ より十分小さく選べば、 $P_1 \gg P_2$ となるから、(1)式は

$$Q \approx P_1 C_1 \quad (9)$$

となる。つまり、試料の流量は蒸発炉6内の試料飽和蒸気圧に比例する。これは蒸発炉6の温度の関数であるから、蒸発炉6の温度を制御すること

特開 昭52-54897(5)  
温(すなわち、放電箱2よりかなり低い温度)であるため、放電箱2から流出する試料蒸気は凝縮する。すなわち、

$$P_2 \gg P_3 \quad (3)$$

が成り立つので、(1)式から

$$(P_1 - P_2)C_1 = P_2 C_2 \quad (4)$$

$$\therefore P_2 = (C_1 / C_1 + C_2) \cdot P_1 \quad (5)$$

が成り立つ。

一方、温度 $T$ のときの固体物質の飽和蒸気圧 $P_s$ は

$$\log P_s = -\frac{A}{T} + B \quad (6)$$

と表わせるので

$$T = \frac{A}{B - \log P_s} \quad (7)$$

となる。ここで、 $A$ および $B$ は物質により決定される定数である。

いま、蒸発炉の温度と放電箱の温度をそれぞれ

により、流量 $Q$ を制御できる。したがつて、蒸発炉6の温度を管9および放電箱2の温度より低い範囲で変化させることにより、上記の効果をもたせながら流量 $Q$ を制御することが可能となる。

いま、一つの实例を考える。たとえば、通路9の内径を1 mm、長さを10 mmとし、放電箱2の出口孔17およびレンズ7の断面は3 mm × 2.0 mmとし、それぞれの板の厚みが1 mmであるとすれば

$$C_1 \approx 0.1 \text{ L/sec}$$

$$C_2 \approx 2.5 \text{ L/sec}$$

となる。そこで、蒸発炉6の中にリン(P)を入れ、200℃に加熱したとすると

$$P_1 \approx 2.5 \times 10^{-1} \text{ Torr}$$

のリン蒸気が発生する。したがつて、(5)式から

$$P_2 \approx 10^{-3} \text{ Torr}$$

となる。このためには、放電箱6を圧力200℃



以上に加熱しておけばよいことになる。そうすることによつて、20 mA以上のイオンビームが引出せる。なお、この場合、マイクロ波としては、2.45 GHz、直流磁場としては、800~2000 Gaussを使用した。

一般に、マイクロ波イオン源の放電箱は、とくに加熱機構を有しない場合でも数百度になるので、たとえば、試料にリン(150℃で $10^{-3}$  Torrの飽和蒸気圧)を使つた場合には、放電箱2は、とくに加熱する必要はなく、むしろ蒸発炉6を放電箱2から遠ざけて温度を制御しなければならない。

第3図は、本発明の実施例を示す図である。

図において、10、11および12は、それぞれ蒸発炉6、通路9および放電箱2を加熱するためのヒーターである。このような構成で、ヒーターへの電流を制御すれば上述の効果が得られる。

また、第4図は、本発明の他の実施例を示したものである。

図において、マイクロ波チヨーク構造13及び14によつて放電箱2はマイクロ波的には短絡で

#### 特開 昭52-54897(6)

熱的には絶縁状態になつている。チヨーク構造

13において、A点から入つたマイクロ波はB点を通り、C点で反射して帰つてくる。A-B及びB-C間の距離はそれぞれ波長の1/4になつている。A点からの入射波とC点からの反射波が干渉し合つて定在波が立つが、B点では電圧振幅が最大となり、壁面電流はゼロとなる。したがつて、マイクロ波はB点における小さな空隙Dを通りぬけることはできない。また、A点からチヨーク構造を見たインピーダンスはゼロとなり、マイクロ波的にはA点の空隙は無いのと同じになる。また、チヨーク構造14のE点からF点までの距離は波長の1/4である。上記チヨーク構造13および14の内部には窒化ボロンまたはアルミナ磁器などの絶縁物15を充填してある。16は導体で、空隙Dを作つている。一般に、導体16は放電箱2と一体に形成される。

上記のようなチヨーク構造を多段にすれば、熱絶縁効果がさらに上がることは明らかである。また、以上はイオン源についてのみ述べたが、第3

図および第4図において、イオン引出しレンズ7を除去すればプラズマ源になる。したがつて、この場合には、(1)式に示したコンダクタンス $C_2$ は放電箱2の出口孔17のみによるものとなる。

以上の説明において、マイクロ波導入方法として同軸線路を用いた場合のみについて説明したが、本発明は、その他、矩形導波管、リッジ導波管等を用いてマイクロ波を導入する場合にも当然適用される。それは、何を用いても放電箱を形成するためには、真空封止用の絶縁物が必要であるからである。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は従来のマイクロ波イオン源を示す図、第2図は本発明の原理を説明するための図、第3図および第4図は本発明の実施例を示す図である。

図において

- 1 : 同軸線路
- 2 : 放電箱
- 3 : 絶縁物
- 4 : アンテナ

5 : コイル

6 : 蒸発炉

7 : 引出しレンズ

8 : イオンビーム

9 : 通路

10、11、12 : ヒーター

13、14 : マイクロ波チヨーク構造

15 : 絶縁物

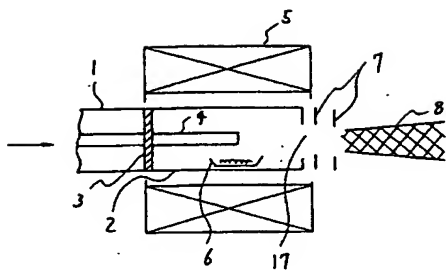
16 : 導体

17 : 出口孔

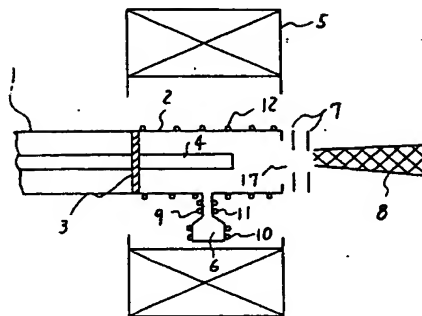
復代理人弁理士 中村 紳之助



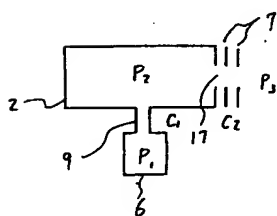
才 1 図



才 3 図



才 2 図



才 4 図

